



CORRECTION



EXERCICES D'AUTOMATISATION EN AUTONOMIE

Ex 1 – Cinq minutes chrono !!

Recopier en complétant avec un ou plusieurs mots.

- 1 La masse molaire d'une espèce se déduit de la et des masses molaires des qui la composent.
- 2 Le tableau fournit la masse des éléments chimiques.
- 3 Le volume d'un échantillon d'une espèce chimique est à la quantité de matière qu'il contient.
- 4 Pour déterminer la quantité de d'une espèce dans un mélange, il faut connaître le volume occupé par l'espèce et son.....
- 5 Le spectre UV-visible d'une solution représente l'..... en fonction de la longueur d'onde.
- 6 Un dosage par permet de déterminer la concentration d'un soluté à partir d'une de teintes.

Indiquer la réponse exacte.

- 7 La masse molaire du dioxyde de carbone CO_2 s'exprime par :
 a. $M(\text{CO}_2) = M(\text{C}) + M(\text{O})^2$. b. $M(\text{CO}_2) = M(\text{C}) + M(\text{O})$.
 c. $M(\text{CO}_2) = M(\text{C}) + 2 \times M(\text{O})$.

- 8 La quantité de matière contenue dans un échantillon d'hélium ($M_{\text{He}} = 4,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$) de masse $m = 8,0 \text{ g}$ est :
 a. $n = 2,0 \text{ mol}$. b. $n = 0,50 \text{ mol}$. c. $n = 32 \text{ mol}$.
- 9 L'unité usuelle du volume molaire est :
 a. $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$. b. $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$. c. $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$.
- 10 La quantité de matière contenue dans un échantillon d'hélium de volume $V = 2,4 \text{ L}$ ($V_m = 24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$) est :
 a. $n = 1,0 \text{ mol}$. b. $n = 0,10 \text{ mol}$. c. $n = 10 \text{ mol}$.
- 11 L'unité usuelle de la concentration en quantité de matière est :
 a. $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
 b. $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$.
 c. $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- 12 La concentration en quantité de saccharose d'une solution de volume $V = 200 \text{ mL}$ contenant une quantité $n = 0,50 \text{ mol}$ de saccharose est :
 a. $c = 2,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
 b. $c = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
 c. $c = 0,40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Formule brute, éléments / périodique des éléments, molaire / proportionnel / matière, volume molaire / absorbance / étalonnage, échelle / c. / a. / a. / b. / a. / a.

Ex 2 – Calculer une quantité de matière

Une bille de plomb de diamètre un millimètre contient $N_{\text{pb}} = 1,7 \times 10^{19}$ atomes de plomb.

Exprimer puis **calculer** la quantité de matière n de plomb contenue dans la bille

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{1,7 \times 10^{19}}{6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 2,8 \times 10^{-5} \text{ mol}.$$

Ex 3 – Calculer un nombre de molécules

Une goutte d'eau contient une quantité de matière $n_{\text{eau}} = 2,1 \times 10^{-3} \text{ mol}$ d'eau.

Exprimer puis **calculer** le nombre de molécules d'eau contenues dans la goutte

$$N = n \times N_A = 2,1 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 1,3 \times 10^{21} \text{ molécules d'eau}.$$

Ex 4 – Calculer une masse molaire moléculaire

1. **Définir** la masse molaire moléculaire d'une espèce.
2. **Calculer** la masse molaire moléculaire de l'éphédrine, de formule $C_{10}H_{15}NO$, à l'aide du tableau périodique

1. La masse molaire moléculaire d'une espèce chimique est la masse d'une mole de molécules de cette espèce.
2. $M(C_{10}H_{15}NO) = 10 \times M(C) + 15 \times M(H) + M(N) + M(O)$
 $= 165,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Ex 5 – Calculer une masse molaire ionique

Les ions hydrogénocarbonate HCO_3^- et les ions sodium Na^+ sont présents dans le sang.

1. Pourquoi peut-on considérer que la masse molaire ionique de l'ion sodium Na^+ est égale à la masse molaire atomique du sodium Na ?
2. **Exprimer**, puis **calculer**, la masse molaire ionique de l'ion hydrogénocarbonate HCO_3^-

1. La masse des électrons étant négligeables devant celle de l'atome, on peut considérer que la masse molaire d'un ion monoatomique est égale à celle de l'élément correspondant.
2. $M(\text{HCO}_3^-) \approx M(\text{HCO}_3) = M(H) + M(C) + 3 \times M(O) = 61,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Ex 6 – Comparer des quantités de matière

Les béchers (a) et (b) contiennent respectivement 30,0 g de cuivre et 30,0 g de fer. Le bécher contenant la plus grande quantité de matière est-il celui dans lequel le tas de solide est le plus volumineux ? **Justifier**.

$$n = \frac{m}{M} \text{ donc } n(\text{Cu}) = \frac{30,0}{63,5} = 4,72 \times 10^{-1} \text{ mol}$$

$$\text{et } n(\text{Fe}) = \frac{30,0}{55,8} = 5,38 \times 10^{-1} \text{ mol}.$$

Le bécher contenant la plus grande quantité de matière est donc celui contenant le fer.



Ex 7 – Déterminer une masse molaire moléculaire puis une masse

On prélève une quantité de matière $n_{\text{vani}} = 2,1 \times 10^{-3} \text{ mol}$ de vanilline, de formule chimique $C_8H_8O_3$.

1. **Calculer** la masse molaire moléculaire M_{vani} de la vanilline.
2. En **déduire** la masse m_{vani} de vanilline prélevée

$$1. M(C_8H_8O_3) = 8 \times M(C) + 8 \times M(H) + 3 \times M(O) = 152,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

$$2. m = n \times M = 2,1 \times 10^{-3} \times 152,0 = 3,2 \times 10^{-1} \text{ g}$$

Ex 8 – Calculer un volume de liquide à partir d'une quantité de matière

La réalisation d'une solution hydroalcoolique nécessite de prélever une quantité de matière $n_{\text{prop}} = 2,00 \times 10^{-1} \text{ mol}$ de propan-2-ol.

1. **Exprimer** puis **calculer** la masse m_{prop} de propan-2-ol.
2. **Exprimer** puis **calculer** le volume V_{prop} de propan-2-ol à prélever

Données relatives au propan-2-ol :

$$\text{Masse molaire : } M(\text{prop}) = 60,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{Masse volumique : } \rho_{\text{prop}} = 0,786 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$$

$$1. m = n \times M$$

$$m = 2,00 \times 10^{-1} \text{ mol} \times 60,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 12,0 \text{ g}.$$

$$2. V = \frac{m}{\rho} = \frac{12,0 \text{ g}}{0,786 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}} = 15,3 \text{ mL}.$$

Ex 9 – Calculer une quantité de matière à partir d'un volume de liquide

Une bouteille contient un volume $V = 1,0 \text{ L}$ d'acétone.

1. **Exprimer**, puis **calculer**, la masse m d'acétone contenue dans cette bouteille.
2. En **déduire** la quantité de matière n correspondante.

Données relatives à l'acétone :

Masse molaire : $M(\text{acet}) = 58,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Masse volumique : $\rho_{\text{acet}} = 790 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$

$$1. m = \rho \times V = 790 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 1,0 = 790 \text{ g}$$

$$2. n = \frac{m}{M} = \frac{790 \text{ g}}{58,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 13,6 \text{ mol.}$$

Ex 10 – Calculer une quantité de matière à partir d'un volume de gaz

Une bouteille de gaz à usage médical peut fournir un volume $V = 1,06 \times 10^3 \text{ L}$ de dioxygène, à 20°C et 1013 hPa .

1. **Calculer** la quantité de matière $n(\text{O}_2)$ de dioxygène fournie
2. Avec une même quantité de matière de dioxyde de carbone CO_2 dans la bouteille, le volume de gaz libéré aurait-il été différent ? **Justifier**.

Données :

Volume molaire : $V_m = 24,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$1. n(\text{O}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{1,06 \times 10^3 \text{ L}}{24,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 44,2 \text{ mol.}$$

2. A température et pression fixées, tous les gaz ont le même volume molaire. Donc que la bouteille contienne O_2 ou CO_2 , le volume libéré aurait été le même.

Ex 11 – Calculer une quantité de matière à partir d'un volume de gaz (bis)

Un récipient de volume $V = 3,0 \text{ L}$ contient une quantité de matière $n = 0,050 \text{ mol}$ de dioxyde de carbone et une quantité n' de diazote à 20°C et sous 1013 hPa .

1. **Calculer** la quantité de matière totale n_{tot} de gaz contenu dans le flacon.
2. En **déduire** la quantité de matière n' de diazote

Données relatives à un gaz à 20°C et 1013 hPa :

Volume molaire : $V_m = 24,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$1. n_{\text{tot}} = \frac{V}{V_m} = \frac{3,0 \text{ L}}{24,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1,3 \times 10^{-1} \text{ mol.}$$

$$2. n' = n_{\text{tot}} - n = 0,080 \text{ mol.}$$

Ex 12 – Calculer une quantité de matière

La mer Morte a une concentration en quantité de matière d'ions sodium $= 1,2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Calculer la quantité de matière n d'ions sodium présente dans $200,0 \text{ mL}$ d'eau de la Mer Morte

$$n = C \times V_{\text{solution}}$$

$$n = 1,2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 200,0 \times 10^{-3} \text{ L} = 0,24 \text{ mol.}$$

Ex 13 – Calculer une concentration en quantité de matière

Une solution est obtenue en dissolvant une quantité de matière $n = 0,17 \text{ mol}$ de glucose dans de l'eau. Le volume de la solution est $V_{\text{solution}} = 100,0 \text{ mL}$.

1. **Exprimer** la concentration en quantité de matière de glucose dans cette solution.
2. **Calculer** sa valeur

$$1. C = \frac{n}{V_{\text{solution}}}$$

$$2. C = \frac{0,17 \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} = 1,7 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

Ex 14 – Déterminer une masse molaire

Créatinine 8,3 mg/L (6,7-11,7)
73,5 $\mu\text{mol/L}$ (59,3-103,5)

1. Dans l'analyse de sang donnée ci-dessus, **identifier** la valeur qui correspond à une concentration en quantité de matière et celle qui correspond à une concentration en masse.
2. En **déduire** la masse molaire de la créatinine

1. Concentration en quantité de matière : $C = 73,5 \mu\text{mol/L}$.
Concentration en masse : $t = 8,3 \text{ mg/L}$.

$$2. M = \frac{t}{C} = \frac{8,3 \times 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{73,5 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 1,1 \cdot 10^2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

Ex 15 – Déterminer une concentration en masse

Des résultats d'analyses effectuées sur une eau minérale donnent une concentration en ions magnésium égale à $3,1 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

1. **Déterminer** la concentration en masse des ions magnésium dans l'eau minérale à partir des résultats d'analyses.
2. La concentration en masse déterminée est-elle en accord avec l'indication qui figure sur l'étiquette ?

Minéralisation caractéristique (mg/L)

Ca^{2+}	Calcium • 468
Mg^{2+}	Magnésium • 74,5
Na^{+}	Sodium • 9,4
SO_4^{2-}	Sulfate • 1121
HCO_3^{-}	Bicarbonate • 372

> Étiquette de l'eau minérale

$$1. t = C \times M = 3,1 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 24,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 7,5 \times 10^{-2} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}.$$
$$2. t = 75 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} : \text{c'est en accord avec l'étiquette (74,5 mg} \cdot \text{L}^{-1}\text{)}.$$

Ex 16 – Elaborer un protocole de dilution

On prépare 100,0 mL d'une solution de concentration en ions cuivre (II) $C_f = 4,0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ à partir d'une solution de concentration en ions cuivre (II) $C_m = 1,6 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Élaborer le protocole expérimental de cette dilution en choisissant, dans la liste ci-dessous, le matériel adapté

Matériel disponible :

- Pipettes jaugées : 10,0 ; 20,0 ; 25,0 mL
- Fioles jaugées : 50,0 ; 100,0 ; 150,0 mL

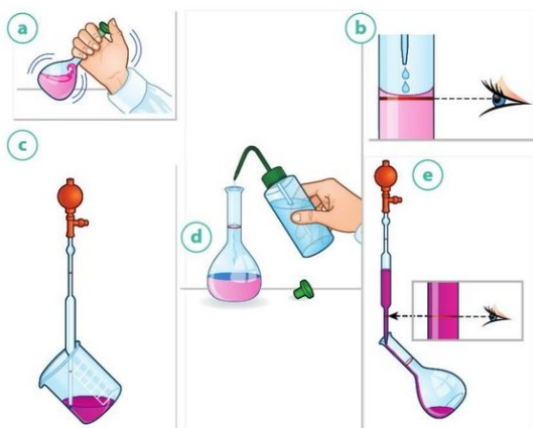
$$C_f \times V_f = C_m \times V_m \text{ donc}$$

$$V_m = \frac{C_f \times V_f}{C_m} = \frac{4,0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 100,0 \text{ mL}}{1,6 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 25 \text{ mL}.$$

Prélever 25,0 mL de solution mère avec une pipette jaugée et la verser dans une fiole jaugée de 100,0 mL que l'on remplit à moitié d'eau distillée. Boucher et agiter. Ajuster au trait de jauge avec de l'eau distillée et agiter.

Ex 17 – Réaliser une dilution

Les étapes de la dilution d'une solution sont données, ci-après, dans le désordre. Remettre ces étapes dans l'ordre chronologique

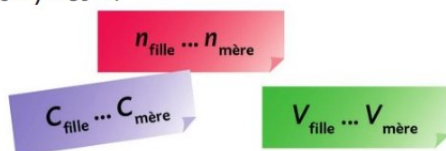


Ordre à suivre : c ; e ; d ; a ; b.

Ex 18 – Compléter des relations

On souhaite préparer une solution fille par dilution d'une solution mère. On note :

- $C_{\text{mère}}$: Concentration en soluté de la solution mère ;
 - C_{fille} : Concentration en soluté de la solution fille ;
 - $V_{\text{mère}}$: Volume de solution mère prélevé ;
 - V_{fille} : Volume de la solution fille ;
 - $n_{\text{mère}}$: Quantité de soluté contenue dans le prélèvement de solution mère ;
 - n_{fille} : Quantité de soluté présente dans la solution fille.
- Recopier, puis compléter, les relations ci-dessous à l'aide des signes $<$, $>$ et $=$:



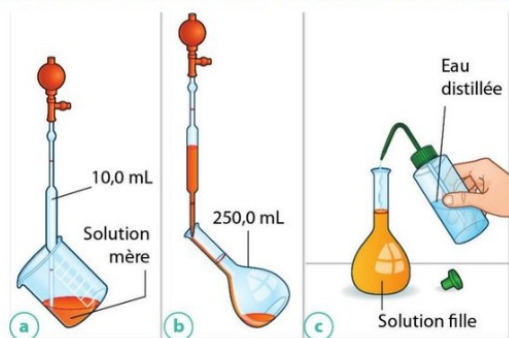
$$n_{\text{fille}} = n_{\text{mère}} ; C_{\text{fille}} < C_{\text{mère}} ; V_{\text{fille}} > V_{\text{mère}}.$$

$$n_{\text{fille}} = n_{\text{mère}} ; C_{\text{fille}} < C_{\text{mère}} ; V_{\text{fille}} > V_{\text{mère}}.$$

Ex 19 – Calculer la concentration d'une solution fille

Une solution aqueuse a été préparée en diluant une solution de concentration en diiode $C = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ selon les étapes schématisées ci-dessous.

1. Calculer le facteur de dilution F .
2. En déduire la concentration C' en diiode de la solution diluée.



$$1. F = \frac{V_f}{V_m} = \frac{250,0 \text{ mL}}{10,0 \text{ mL}} = 25.$$

$$2. F = \frac{C_m}{C_f} = \frac{C}{C'} \text{ donc } C' = \frac{C}{F} = \frac{0,10}{25} = 4,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

**Ex 20 – Exploiter les résultats d'un dosage**

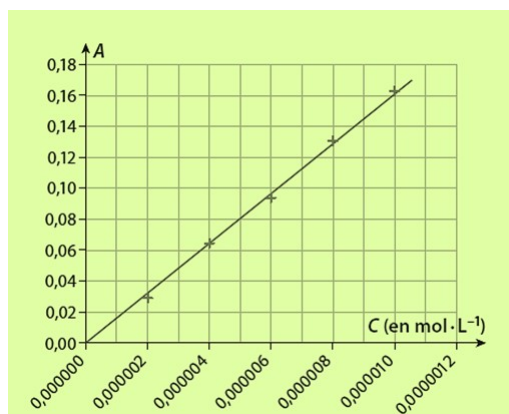
Un spectrophotomètre, réglé sur la longueur d'onde $\lambda = 640 \text{ nm}$, permet de mesurer l'absorbance A de solutions de différentes concentrations C en bleu patenté.

Dans les mêmes conditions, une solution S pour bain de bouche, contenant le colorant bleu patenté comme seule espèce colorée, a une absorbance $A_s = 0,126$.

Voici la courbe d'étalonnage.

Déterminer la concentration en quantité de matière C_s de bleu patenté de la solution S (le graphique est fourni)

Solution	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
$C (10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})$	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
A	0,030	0,064	0,094	0,130	0,162



2. Pente de la droite :

$$k = \frac{0,162 - 0,030}{10 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 2 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 16\,500 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

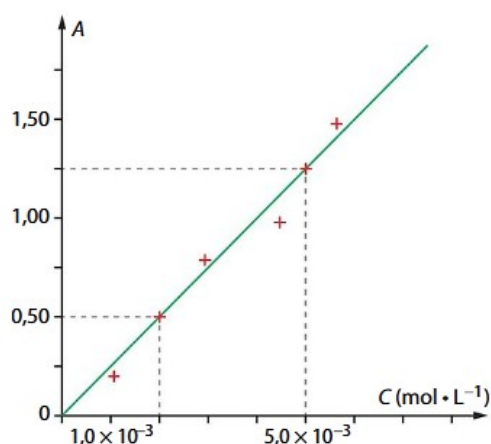
L'équation de la droite est donc $A = 16\,500 \times C$.

$$\text{On trouve donc } C_s = \frac{A_s}{16\,500 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 7,6 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

Ex 21 – Exploiter une courbe d'étalonnage

Une courbe d'étalonnage donne l'évolution de l'absorbance en fonction de la concentration en espèce colorée d'une solution :

1. **Énoncer** la loi de Beer-Lambert.
2. **Déterminer** l'équation de la droite.
3. En **déduire** la concentration C_{inc} en espèce colorée correspondant à la valeur d'absorbance $A = 1,12$



1. Loi de Beer-Lambert : pour une longueur d'onde fixée, l'absorbance A d'une solution diluée de concentration C en espèce chimique colorée est donnée par : $A = \varepsilon \times \ell \times C$ où ℓ est l'épaisseur de solution traversée par la lumière et ε le coefficient d'absorption molaire.

2. La droite a pour équation $A = k \times C$.

On trouve la pente k grâce aux deux points fournis :

$$k = \frac{1,25 - 0,5}{5,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 2,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 250 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

L'équation devient donc : $A = 250 \times C$

$$3. C_{\text{inc}} = \frac{A}{250} = \frac{1,12}{250 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 4,48 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

Ex 22 – Capsules de caféine

Certains sportifs utilisent des gélules de caféine comme stimulant pour améliorer leurs performances physiques.

1. **Déterminer** la masse molaire de la caféine.
2. Un sportif ingère une masse de 380 mg de caféine avant une activité physique. **Déterminer** la quantité n de caféine correspondante.
3. **Évaluer** le nombre de tasses de café expresso que ce sportif aurait dû boire avant l'épreuve pour absorber la même quantité de caféine.

Données :

Formule chimique de la caféine : $C_8H_{10}N_4O_2$

Quantité approximative de caféine dans une tasse de café expresso : 0,40 mmol

$$1. M(C_8H_{10}N_4O_2) = 8 \times M(C) + 10 \times M(H) + 4 \times M(N) + 2 \times M(O) \\ = 194 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

$$2. n = \frac{m}{M(C_8H_{10}N_4O_2)} = \frac{380 \times 10^{-3} \text{ g}}{194 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \\ = 1,96 \times 10^{-3} \text{ mol de caféine.}$$

$$3. \text{ Une tasse de café contient } 0,4 \times 10^{-3} \text{ mol de caféine donc le} \\ \text{nombre de tasse est } \frac{1,96 \times 10^{-3} \text{ mol}}{0,4 \times 10^{-3} \text{ mol}} = 4,9 \text{ soit environ 5 tasses.}$$

Ex 23 – Un médicament contre les douleurs musculaires et articulaires

Un médicament destiné à soigner les traumatismes bénins contient du lévomenthol de formule chimique $C_{10}H_{20}O$

Contre les douleurs musculaires et articulaires

Solution pour application cutanée

Composition du médicament

Composition en substances actives

lévomenthol (0,2600 g), acide salicylique (0,0105 g),
vétratole (0,2600 g), résorcinol (0,0210 g).

450 mL

1. **Donner** la masse de lévomenthol contenu dans ce médicament.
2. **Calculer** la masse molaire du lévomenthol.
3. **Exprimer**, puis **calculer**, la quantité n de lévomenthol contenue dans ce médicament.
4.
 - a. **Donner** le volume de la solution.
 - b. En **déduire** la concentration en quantité de matière de lévomenthol dans ce médicament

$$1. m(\text{levomenthol}) = 0,2600 \text{ g.}$$

$$2. M(C_{10}H_{20}O) = 10 \times M(C) + 20 \times M(H) + 1 \times M(O) = 156,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

$$3. n = \frac{m}{M} = \frac{0,2600 \text{ g}}{156,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1,667 \times 10^{-3} \text{ mol.}$$

$$4. \text{ a. } V = 450 \text{ mL.}$$

$$4. \text{ b. } C = \frac{n}{V} = \frac{1,667 \times 10^{-3} \text{ mol}}{450 \times 10^{-3} \text{ L}} = 3,70 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

Ex 24 – Glycémie à jeun

La concentration en glucose ($C_6H_{12}O_6$) dans le sang, appelée glycémie, permet de diagnostiquer ou de surveiller un diabète. Une glycémie est considérée comme normale si elle est comprise entre 3,5 et 6,1 mmol.L⁻¹ à jeun.

Une personne est diabétique si la valeur de la glycémie est supérieure à 7,0 mmol.L⁻¹ à jeun

1. **Calculer** la masse molaire du glucose.
2. L'analyse de sang d'un patient indique une glycémie à jeun de 0,96 g.L⁻¹. Ce patient est-il diabétique ?

$$1. M(C_6H_{12}O_6) = 6 \times M(C) + 12 \times M(H) + 6 \times M(O) = 180,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

$$2. C = \frac{t}{M} = \frac{0,96 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 5,3 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} < 7 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} :$$

le patient n'est donc pas diabétique.

Ex 25 – Synthèse de l'éthanoate de vanilline

Pour synthétiser l'éthanoate de vanilline, on mélange 25 mL d'une solution de concentration 2,5 mol.L⁻¹ en ions hydroxyde, 1,5 g de vanilline et un volume V d'anhydride éthanoïque.

1. **Calculer** la quantité n d'ions hydroxyde introduits.
2. **Calculer** le volume V afin que les quantités de matière d'anhydride éthanoïque et de vanilline soient égales

Données :

Formule chimique de la vanilline : $C_8H_8O_3$

Formule chimique de l'anhydride éthanoïque : $C_4H_6O_3$

Masse volumique de l'anhydride éthanoïque : $\rho_{\text{anh}} = 1,08 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$

$$1. n = C \times V = 2,5 \times 25 \times 10^{-3} = 6,3 \times 10^{-2} \text{ mol}.$$

2. Quantité de matière de vanilline :

$$n_{\text{vani}} = \frac{m_{\text{vani}}}{M_{\text{vani}}} = \frac{1,5 \text{ g}}{(8 \times 12,0 + 8 \times 1,0 + 3 \times 16,0) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \\ = 9,9 \times 10^{-3} \text{ mol}.$$

Quantité de matière d'anhydride éthanoïque :

$$n_{\text{anh}} = \frac{m_{\text{anh}}}{M_{\text{anh}}} = \frac{\rho_{\text{anh}} \times V}{M_{\text{anh}}}.$$

$$M_{\text{anh}} = 4 \times 12 + 6 \times 1 + 3 \times 16 = 102 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

$$n_{\text{vani}} = n_{\text{anh}} = \frac{\rho_{\text{anh}} \times V}{M_{\text{anh}}} \text{ donc}$$

$$V = \frac{n_{\text{vani}} \times M_{\text{anh}}}{\rho_{\text{anh}}} = \frac{9,9 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 102 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1,08 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}} = 0,94 \text{ mL}$$

Ex 26 – Le dioxyde de carbone dans les boissons

1. **Calculer** la quantité n_1 de dioxyde de carbone contenue dans un volume $V = 600 \text{ mL}$ à 20 °C et 1013 hPa.
2. La recharge d'un gazéificateur de boisson contient 425 g de dioxyde de carbone dans un volume $V = 600 \text{ mL}$.
 - a. **Calculer** la masse molaire du dioxyde de carbone CO_2
 - b. En **déduire** la quantité n_2 de dioxyde de carbone contenue dans cette recharge.
3. Comment est-il possible que la recharge contienne une telle quantité de dioxyde de carbone ?
4. Quand la recharge est considérée comme « vide », que contient-elle ? **Justifier**

Donnée : Volume molaire : $V_m = 24,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$1. n_1 = \frac{V}{V_m} = \frac{0,600 \text{ L}}{24,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$n_1 = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$2. n_2 = \frac{m}{M(CO_2)} = \frac{425 \text{ g}}{44,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 9,66 \text{ mol}.$$

3. La recharge contient autant de CO_2 car la pression est très élevée à l'intérieur.

4. Quand on aura utilisé tout le CO_2 contenu dans la recharge, celle-ci ne contiendra plus que 600 mL de CO_2 à pression atmosphérique.

Ex 27 – Dilution d'un berlingot d'eau de Javel

L'eau de Javel est une solution aqueuse contenant, entre autres, des ions hypochlorite ClO^- . Elle peut être commercialisée en bouteille et en « berlingot ». La notice d'un « berlingot » contenant 250 mL d'eau de Javel indique « verser le berlingot dans une bouteille d'un litre vide et compléter à l'eau froide ».

1. **Calculer** la concentration en quantité de matière des ions hypochlorite dans la solution préparée.
2. **Comparer** cette concentration à celle des ions hypochlorite contenus dans une bouteille commerciale d'eau de Javel.
3. Pour utiliser de l'eau de Javel en bouteille lors d'une synthèse, elle doit être diluée 20 fois.

Décrire un protocole expérimental permettant d'en préparer un volume

Donnée :

Concentration en ions en ions hypochlorite :

- **0,46 $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$** dans un berlingot
- **0,11 $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$** dans une bouteille commerciale

$$1. F = \frac{V_f}{V_m} = \frac{1000}{250} = 4 = \frac{C_m}{C_f} \text{ donc}$$

$$C_f = \frac{C_m}{4} = \frac{0,46 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{4} = 0,12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

2. La concentration obtenue à partir du berlingot dilué ($0,12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) est quasiment égale à celle d'une bouteille commerciale ($0,11 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$).

$$3. F = 20 = \frac{V_s}{V_b} \text{ donc volume à prélever de la bouteille :}$$

$$V_b = \frac{V_s}{20} = 2,5 \text{ mL.}$$

Prélever 2,5 mL de solution mère d'eau de Javel avec une pipette graduée de 5,0 mL et la verser dans une fiole jaugée de 50,0 mL que l'on remplit à moitié d'eau distillée. Boucher et agiter. Ajuster au trait de jauge avec de l'eau distillée puis agiter.

EXERCICES D'APPROFONDISSEMENT.... un pas vers la terminale !



Ex 28 – Traitement d'un bassin

Un bassin d'ornement abrite de nombreux poissons atteints d'une maladie, due à un parasite. Cette maladie se soigne avec du vert de malachite à condition de respecter rigoureusement les doses et les durées d'exposition préconisées.

Pour éliminer le vert de malachite restant dans le bassin après traitement, on ajoute du charbon actif. Un gramme de charbon actif peut ainsi retenir 10 mg de vert de malachite. Le propriétaire du bassin verse une solution de vert de malachite dans son bassin. Après traitement, il réalise une analyse de l'eau du bassin pour déterminer la concentration en vert de malachite et en déduire la quantité de charbon actif à verser

PROTOCOLE

Protocole mis en œuvre par le propriétaire

- ✓ À partir d'une solution aqueuse S_0 de concentration en vert de malachite égale à $2,2 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, PRÉPARER des solutions diluées 5 fois, 2,5 fois et 2 fois notées respectivement S_1 , S_2 et S_3 .
- ✓ MESURER l'absorbance des solutions étalons S_1 , S_2 et S_3 à la longueur d'onde $\lambda = 617 \text{ nm}$.
- ✓ MESURER l'absorbance de l'eau du bassin.

Résultats des mesures

Solution	S_1	S_2	S_3
Facteur de dilution	S_0 diluée 5 fois	S_0 diluée 2,5 fois	S_0 diluée 2 fois
Absorbance	0,35	0,72	0,90

- Absorbance de l'eau du bassin après traitement : $A = 0,67$.

Données

- Masse molaire du vert de malachite : $M = 329 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- On considère que seul le vert de malachite absorbe dans le domaine du visible.
- Dimensions du bassin :
 - profondeur : $h = 0,50 \text{ m}$;
 - largeur : $\ell = 3,0 \text{ m}$;
 - longueur : $L = 8,0 \text{ m}$.

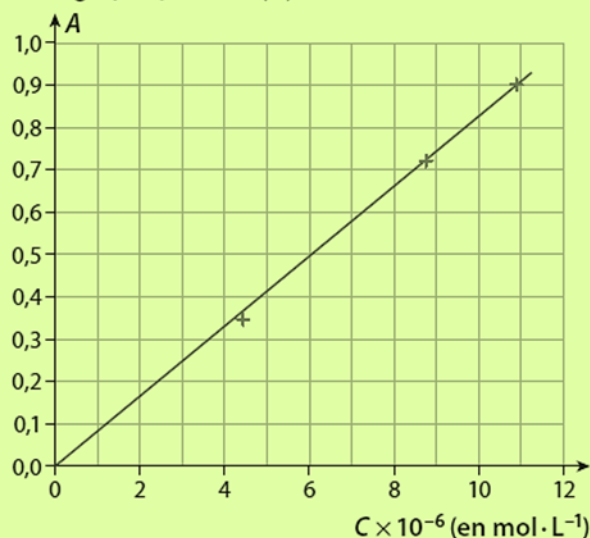
Déterminer le nombre de sacs de charbon actif de 500g nécessaires pour éliminer le vert de malachite restant dans l'eau du bassin

- Calculer les concentrations en vert de malachite dans les solutions étalons :

$$C_{\text{étalon}} = \frac{C_0}{F} = \frac{2,2 \times 10^{-5}}{F}$$

Solution	S ₁	S ₂	S ₃
Facteur de dilution	5	2,5	2
Concentration (mol · L ⁻¹)	4,4 × 10 ⁻⁶	8,8 × 10 ⁻⁶	1,1 × 10 ⁻⁵

- Tracer le graphique A = f(C).



- Déterminer la concentration C_{eau} en vert de malachite de l'eau du bassin :

Pente de la droite : 81600

Equation : $A = 81600 \times C$

$$A_{\text{eau}} = 0,67 \text{ donc } C_{\text{eau}} = \frac{0,67}{81600} = 8,2 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

- Calculer le volume du bassin et en déduire la masse de vert de malachite versé :

$$V = h \times \ell \times L = 12 \text{ m}^3$$

$$n_{\text{vert}} = \frac{m_{\text{vert}}}{M_{\text{vert}}} = C_{\text{vert}} \times V$$

$$\text{donc } m_{\text{vert}} = C_{\text{vert}} \times V \times M_{\text{vert}} = 8,2 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 12\,000 \text{ L} \times 329 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 32 \text{ g de vert de malachite.}$$

- Déterminer le nombre de sacs :

1 g de charbon peut retenir 10 mg de vert de malachite. Il faut donc $3,2 \times 10^3$ g de charbon actif ce qui correspond à

$$\frac{3,2 \times 10^3}{500} = 6,4 \text{ sacs.}$$

Pour éliminer le vert de malachite présent dans l'eau de bassin, il faudra verser 6,4 sacs de charbon actif, ce qui semble une valeur plausible.

Ex 29 – L'eau de Dakin

L'eau de Dakin est un antiseptique utilisé pour le lavage des plaies et des muqueuses.

ÉTIQUETTE D'UNE EAU DE DAKIN

Pour un volume $V = 100 \text{ mL}$:

- solution concentrée d'hypochlorite de sodium, quantité correspondant à 0,500 g de chlore actif ;
 - permanganate de potassium 0,0010 g ;
 - dihydrogénophosphate de sodium dihydraté ;
 - eau purifiée ;
- En outre, l'eau de Dakin contient des ions chlorure.

L'ion permanganate de formule MnO_4^- est la seule espèce colorée de l'eau de Dakin. L'objectif de cet exercice est de vérifier une partie des indications de l'étiquette.

Partie A. Concentration en ions permanganate

Afin de réaliser un dosage par étalonnage, on prépare un volume $V_0 = 500,0 \text{ mL}$ d'une solution S_0 de concentration en ions permanganate $C_0 = 0,010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

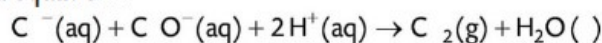
La solution S_0 permet de préparer une gamme de solutions étalons dont on mesure l'absorbance A :

Solution	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
Concentration $C \text{ (mmol} \cdot \text{L}^{-1})$	0,10	0,080	0,060	0,040	0,020
Absorbance A	0,221	0,179	0,131	0,088	0,044

1. Calculer la masse molaire du permanganate de potassium KMnO_4 .
2. La quantité de permanganate de potassium à peser pour préparer la solution S_0 est égale à la quantité d'ions permanganate dans la solution S_0 . Déterminer la masse de permanganate de potassium à peser pour préparer la solution S_0 .
3. a. À quelle longueur d'onde faut-il régler le spectrophotomètre pour réaliser ce dosage ? Justifier.
b. En utilisant le cercle chromatique et le spectre d'absorption, prévoir la couleur de la solution S_0 .
4. Élaborer un protocole permettant de préparer 100,0 mL de solution S_1 à partir de la solution S_0 .
5. Tracer la courbe d'étalonnage $A = f(C)$. Déterminer la relation entre l'absorbance A et la concentration C .
6. a. L'absorbance de l'eau de Dakin est $A = 0,140$. En déduire la concentration en quantité de matière C_{inc} d'ions permanganate dans l'eau de Dakin.
b. Le fabricant indique que la concentration en ions permanganate de l'eau de Dakin est $C_{\text{com}} = 6,3 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Calculer l'écart relatif entre C_{com} et C_{inc} et l'exprimer en pourcent. Conclure.

Partie B. Degré chlorométrique de l'eau de Dakin

Lorsqu'on verse de l'acide chlorhydrique concentré dans 100 mL de solution de Dakin, il se produit la réaction d'équation :



La masse de chlore actif indiqué sur l'étiquette correspond à la masse de dichlore libéré au cours de cette transformation pour 100 mL de solution.

7. Confirmer le rôle antiseptique de l'eau de Dakin.

Données

- Masses molaires atomiques :

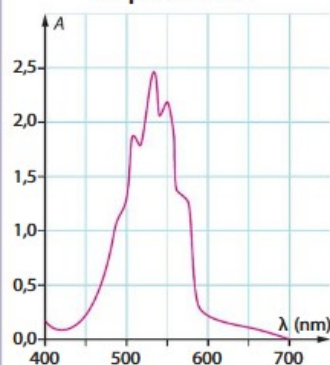
$$M(\text{O}) = 16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} ; M(\text{K}) = 39,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} ;$$

$$M(\text{Mn}) = 54,9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} ; M(\text{C}) = 12,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

- Volume molaire d'un gaz dans les conditions de l'expérience :

$$V_m = 24,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

- Spectre d'absorption d'une solution de permanganate de potassium :

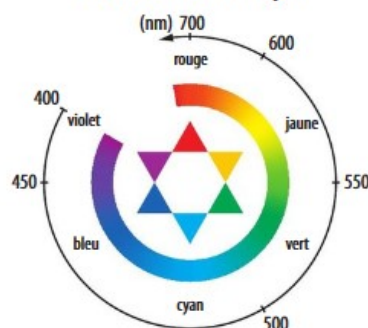


- Écart relatif r :

$$r = \frac{|C_{\text{mesurée}} - C_{\text{référence}}|}{C_{\text{référence}}}$$

- Le contrôle qualité est considéré comme satisfaisant si l'écart relatif est inférieur à 10 %.
- Le degré chlorométrique correspond au volume de dichlore libéré par un litre de solution au cours de cette transformation à 20 °C et 1 013 hPa. Jusqu'à un titre de 5 degrés chlorométriques, les produits chlorés sont des antiseptiques ; au-delà, ce sont des désinfectants.

• Cercle chromatique



Partie 1

$$1. M(\text{KMnO}_4) = M(\text{K}) + M(\text{Mn}) + 4 \times M(\text{O}) = 39,1 + 54,9 + 4 \times 16,0 = 158,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

$$2. m(\text{KMnO}_4) = n(\text{KMnO}_4) \times M(\text{KMnO}_4) = C_0 \times V_0 \times M = 0,010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 500,0 \times 10^{-3} \text{ L} \times 158 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,79 \text{ g}.$$

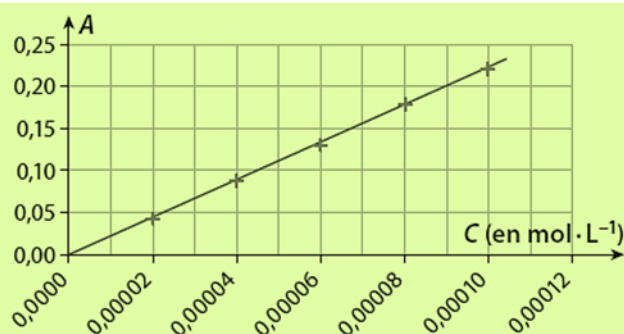
3.a. Le spectre d'absorption de la solution de permanganate de potassium présente une absorbance maximale vers 540 nm. C'est à cette longueur d'onde qu'il faut réaliser le dosage.

3.b. La solution de permanganate de potassium absorbe intensément vers 540 nm. D'après le cercle chromatique, la couleur complémentaire associée est le violet.

$$4. F = \frac{C_0}{C_1} = 100 \text{ donc } V_0 = \frac{V_1}{F} = \frac{100,0}{100} = 1,0 \text{ mL}.$$

Placer dans un bécher la solution mère S_0 ; utiliser une pipette jaugée pour prélever 1,0 mL de la solution S_0 ; verser la solution dans une fiole jaugée de 100,0 mL ; compléter à moitié avec de l'eau distillée ; boucher la fiole et agiter pour homogénéiser ; ajuster au trait de jauge avec de l'eau distillée et agiter.

5.



Equation de la droite $A = k \times C$

$$\text{avec } k = \frac{0,221 - 0,044}{0,10 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0,020 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

$$= 2\,212 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

$$k = 2\,212 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

$$6.a. A = 0,140 \text{ donc } C_{\text{inc}} = \frac{A}{2\,212 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{0,140}{2\,212 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$= 6,33 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

$$6.b. r = \frac{6,33 \times 10^{-5} - 6,3 \times 10^{-5}}{6,3 \times 10^{-5}} = 4,8 \times 10^{-3}$$

$$= 0,48 \% < 10 \% : \text{contrôle qualité satisfaisant.}$$

Partie 2

7. Donc pour 1 L de Dakin, la masse de dichlore libéré est :

$$m(\text{Cl}_2) = 0,500 \text{ g} \times 10 = 5,00 \text{ g}$$

$$V(\text{Cl}_2) = n(\text{Cl}_2) \times V_m = \frac{m(\text{Cl}_2)}{M(\text{Cl}_2)} \times V_m$$

$$V(\text{Cl}_2) = \frac{5,00 \text{ g}}{2 \times 35,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 24,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 1,69 \text{ L}.$$

Le degré chlorométrique de l'eau de Dakin est donc de $1,69 < 5$: c'est bien un antiseptique.